



DEUTSCHES
PATENTAMT

②1 Aktenzeichen: P 38 36 540.5
②2 Anmeldetag: 27. 10. 88
④3 Offenlegungstag: 3. 5. 90

DE 3836540 A1

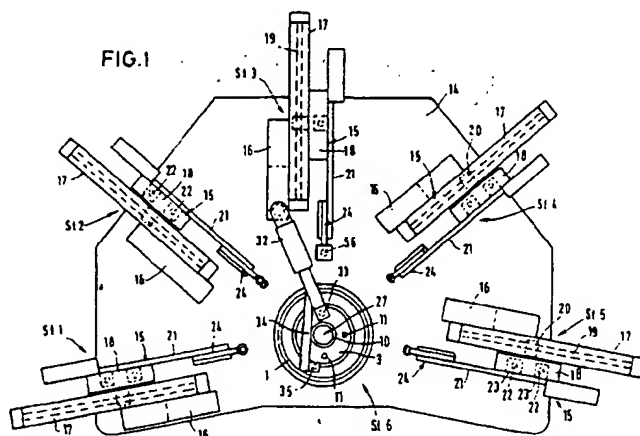
- ⑦1 Anmelder:
Lemmerz-Werke KGaA, 5330 Königswinter, DE
- ⑦4 Vertreter:
Buschhoff, J., Dipl.-Ing.; Hennicke, A., Dipl.-Ing.;
Vollbach, H., Dipl.-Ing., Pat.-Anwälte, 5000 Köln
- ⑦2 Erfinder:
Lichtenberg, Hans Rudolf, 5330 Königswinter, DE
- ⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht zu ziehende Druckschriften:
DE-AS 11 87 381
DE-OS 14 73 850
EP 02 89 983 A2
DE-Z: WÜRPEL, H. u.a.: Flexible automatisierte
externe Prüfstation zur Maßkontrolle in der

Teile-fertigung. In: Feingerätetechnik, Berlin 37,
1988,4, S. 162-165;
DE-Z: TRUMPOLD, H., LOTZE, W.: Rechneinsatz
bei der Tolerierung und Messung von Gestaltabwei-
chungen. In: Feingerätetechnik, Berlin 33, 1984, 9,
S. 390-393;
DE-Firmenschrift: MFD Vollautomatischer Radsatz-
meßstand für Schienenfahrzeuge, Maschinenfabrik
Deutschland 1959;
JP 61 217712 A. In: Patents Abstracts of Japan, P-547,
February 14, 1987, Vol. 11, No. 49;

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

- ⑤4 Mehrstellenmeßeinrichtung zur Vermessung von Kraftfahrzeugrädern, deren Felgen und/oder Radschüsseln

Die Erfindung betrifft eine Mehrstellenmeßeinrichtung zur Vermessung von Autorädern oder deren Radschüsseln und Felgen mit einem Prozeß- und Meßrechner zur Durchführung des Meßvorgangs nach einem vorgegebenen Programm und zur Meßwertverarbeitung und mit einer das zu vermessende Rad o. dgl. tragenden Dreh- und Spanneinheit, die eine zentrale Meßstation (St6) bildet, um die herum mehrere äußere Meßstationen (St1 bis St5) gruppiert sind, wobei die äußeren Meßstationen zur Positionierung der Meßwertaufnehmer auf Räder unterschiedlicher Abmessungen Positionierschlittensysteme (Kreuzschlitten 15) mit rechnergesteuerten Positionierantrieben aufweisen. Zur Durchführung von Umlaufmessungen am sich drehenden Rad (1) sind an äußeren Meßstationen Meßrollen als Meßtaster angeordnet. Die zentrale Meßstation (St6) weist eine Spann- und Dreheinheit sowie Meßwertaufnehmer für die Vermessung des Mittelloches (10) des Rades sowie der Ebenheit der Radanlageflächen der Schüssel auf. Mit Hilfe der erfindungsgemäßen Mehrstellenmeßeinrichtung lassen sich Räder (oder Radschüsseln bzw. Felgen) innerhalb kürzester Zeit vermessen.



BEST AVAILABLE COPY

DE 3836540 A1

Die Erfindung betrifft eine Mehrstellenmeßeinrichtung zur Vermessung von Kraftfahrzeugrädern, deren Felgen und/oder Radschüsseln, mit einem Prozeß- und Meßrechner zur Durchführung des Meßvorgangs nach einem vorgegebenen Programm und zur Meßwertverarbeitung, mit einer das zu vermessende Bauteil tragenden Aufspanneinheit und mit Meßwertaufnehmern, die mit das Bauteil an vorgegebenen Meßstellen abtastenden Meßtastern versehen sind.

An die Maßgenauigkeit von Autorädern werden bekanntlich außerordentlich hohe Anforderungen gestellt, die eine laufende Produktionskontrolle erforderlich machen. Der Sitz des Reifens auf der Radfelge wird im wesentlichen durch die Tolerierung der geometrischen Elemente: Reifensitzumfang/Laufabweichungen, Humphöhe, Hornhöhe und Schulterwinkel (Reifensitz) bestimmt. Die von der Norm vorgegebenen Bezüge sind zum Teil am Rad körperlich nicht abgreifbar (Schnittpunkt Schulter-Horn und Prüfringdurchmesser). Hierdurch ergeben sich Schwierigkeiten, diese Maße mit den in der Meßtechnik üblichen Meßmitteln zu erfassen.

Bekannte Mehrstellenmeßeinrichtungen zum Messen von Autorädern bzw. deren Radschüsseln und Felgen, die sogenannten 3D-Meßmaschinen mit Auswertung der Meßergebnisse durch einen Meßrechner, arbeiten mit einem an einem Schlittensystem angeordneten Meßkopf mit Meßtastern, die das Prüfrad nach einem Meßprogramm an den vorgegebenen Meßpunkten abtasten. Dabei erfolgt die Bestimmung eines Umfangs (oder Durchmessers) am Rad durch Einzelmessungen an nur einigen wenigen, über den Umfang verteilten Meßpunkten. Mit dieser Meßmethode lassen sich aber kleinere örtliche geometrische Verformungen (Maßabweichungen) nicht sicher erfassen. Es hat sich gezeigt, daß z. B. zur Ermittlung des Prüfringdurchmessers eines Rades mindestens sechzig Meßpunkte auf dem 360°-Umfang erst zu einem reproduzierbaren Maß führen, d. h. daß die Streuung bei zehn Messungen des gleichen Teiles nicht größer ist als 10% der vorgegebenen Toleranz. Bei einer 3D-Meßmaschine mit entsprechend ausgelegter Software des Meßrechners lassen sich daher einigermaßen zuverlässige Messungen nur mit hohem Zeitaufwand durchführen. Der Meßvorgang erfordert im allgemeinen einen Zeitaufwand von über zwei Stunden.

Zur Einstellung der Meßwertaufnehmer müssen Mehrstellenmeßeinrichtungen mit einem Einstellmeister (Normrad mit Nennmaßen) als Maßverkörperung ausgerüstet und eingemessen werden. Das bedeutet bei einem Autorad, daß für jede Maßvariante, also für jede zu vermessende Radtype, ein gesonderter Einstellmeister benötigt würde. Dies hätte zur Folge, daß eine größere Anzahl an Mehrstellenmeßeinrichtungen mit einer größeren Anzahl an Einstellmeistern benötigt würde. Der Rüstzeitaufwand, der Raumbedarf für die Meßeinrichtungen und für die Lagerung der Einstellmeister wäre entsprechend groß.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Mehrstellenmeßeinrichtung der eingangs genannten Art so auszubilden, daß mit ihr Kraftfahrzeugräder (insbesondere Autoräder) unterschiedlicher Typen (Abmessung) innerhalb kürzester Zeit, die im allgemeinen zwei bis drei Minuten nicht übersteigt, vermessen werden können, ohne daß unbedingt für jede Radtype ein gesonderter Einstellmeister benötigt wird.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst,

daß die gattungsgemäße Mehrstellenmeßeinrichtung wie folgt ausgebildet wird:

- Die Aufspanneinheit ist eine mit einem NC-Drehantrieb für das Bauteil versehene Dreh- und Spanneinheit, die eine zentrale Meßstation bildet, um die herum mehrere äußere Meßstationen gruppiert sind;
- die äußeren Meßstationen weisen zur Positionierung der Meßwertaufnehmer auf Bauteile unterschiedlicher Abmessungen Positionier-Schlittensysteme mit rechnergesteuerten Positionierantrieben auf;
- zumindest ein Teil der Positionier-Schlittensysteme ist mit einem Meßschlittensystem od. dgl. versehen, das als Meßtaster Meßrollen für die Durchführung von Umlaufmessungen am zu vermessenden, sich drehenden Bauteil aufweist.

Mit Hilfe der erfindungsgemäßen Mehrstellenmeßeinrichtung ist es möglich, die erforderlichen Messungen am Rad gleichzeitig und innerhalb kürzester Zeit mit Hilfe eines Prozeß- und Meßrechners durchzuführen und auszuwerten. Dies ist deshalb erreichbar, weil der erfindungsgemäße Aufbau der Meßeinrichtung die Möglichkeit bietet, eine ausreichend große Anzahl an Meßwertaufnehmern auf verhältnismäßig kleinem Raum an das zu vermessende Rad heranzubringen, und weil darüber hinaus anstelle der Einzelpunktmessungen Umlaufmessungen mit Hilfe der Meßrollen durchgeführt werden können. Beispielsweise lassen sich bei der erfindungsgemäßen Einrichtung über die äußeren Meßstationen, die sternförmig um die zentrale Meßstation herumgruppiert sind, bis zu vierzehn CNC-Achsen der Meßwertaufnehmer in Zweier- bzw. Dreiergruppen an das Rad heranbringen. Die fünfzehnte Achse ist dabei die Radaufnahme der zentralen Meßstation mit weiteren integrierten Meßwertaufnehmern, als Drehachse mit in inkrementalem Drehgeber mit einer Auflösung von z. B. 360 000 Inkrementen pro 360° (1/1000°). Dabei können z. B. bis zweiunddreißig Induktivmeßtaster angeschlossen werden, wobei durch rechnerische Maßverknüpfungen bei Maßen, die untereinander in Beziehung stehen, weitere Radmaße ermittelt werden. Es lassen sich mit Hilfe der erfindungsgemäßen Mehrstellenmeßeinrichtung insbesondere folgende Meßwerte in einer Kurzzeitmessung ermitteln und mit Hilfe des Meßrechners ausrechnen:

- Durchmesser des Mittenloches der Radschüssel
- Ebenheit der Radanlage an den Schüssel-Anlageflächen
- Vorspannung der Radschüssel
- Bolzenlochansenkung (Durchmesser, Position auf Lochkreisdurchmesser, Geometrie, Höhe über Radanlage)
- Konzentrität des Bolzenlochkreises der Radschüssel zum Mittenloch
- Rundlaufabweichung
- Planlaufabweichung
- Maulweite, Einpreßtiefe und Durchmesserprüfung (beide Felgenseiten)
- Umfänge (beide Felgenseiten)
- Humphöhe (beide Felgenseiten)
- Hump-Umfang (beide Felgenseiten)
- Hornhöhe (beide Felgenseiten)
- Hornbreite (beide Felgenseiten)
- Schulterwinkel (beide Felgenseiten)
- Hornumrollung (beide Felgenseiten)
- Schüssel-Außendurchmesser

Schüssellappenhöhe (Ebenheit, Symmetrie)
 Schüssellappenschräge
 Materialdicken (bei Leichtmetallrädern im angegebenen Bereich)
 Felgen-Innendurchmesser

Diese Meßgrößen können unabhängig von den jeweiligen Abmessungen eines Rades gemessen werden, wenn für das Rad (bzw. dessen Schüssel oder Felge) ein entsprechendes Programm (Software) erstellt wird. Für die Vermessung von Rädern unterschiedlicher Abmessungen wird nur ein einziger Einstellmeister benötigt. Entsprechendes gilt für die Messung loser Schüsseln und für die Messung der Felgeninnendurchmesser bei losen Felgen.

Dadurch, daß bei der erfindungsgemäßen Mehrstellenmeßeinrichtung frei programmierte CNC-Achsen eingesetzt werden, ist man keineswegs an das vorgenannte Meßschema gebunden. Es können vielmehr bei entsprechender Änderung der Meßwertaufnehmer weitere Meßgrößen am Rad gemessen werden. Für Messungen von Rädern mit unterschiedlichen Abmessungen werden mit Hilfe der CNC-Programmierung durch Addition oder Subtraktion der Δ -Maße in bezug zum Einstellmeister entsprechende Meßprogramme erstellt, so daß bei Aufruf des zu dem jeweils zu vermessenden Rad gehörigen Meßprogramms alle programmierten Achsen über die Positionier-Schlittensysteme und deren rechnergesteuerten Positionierantriebe in die entsprechende Meßposition gefahren werden. Die Messung läuft dann so ab, als würde der Einstellmeister gemessen. Somit erfolgt für jede Radtype eine eindeutige Ist-Maßaufnahme.

Mit Hilfe der erfindungsgemäßen Mehrstellenmeßeinrichtung lassen sich, wie erwähnt, nicht nur Autoräder der verschiedenen Typen, z. B. 12"- bis 18"-Räder, sondern auch lose Radschüsseln und Felgen vermessen. Auch können sowohl Stahlräder wie auch Leichtmetallräder bei entsprechender Auswahl der Meßwertaufnehmer vermessen werden. Alle Messungen basieren dabei, wie erwähnt, auf einer "Urkalibrierung" mittels eines einzigen Einstellmeisters, wobei die Differenz vom Einstellmeister zu den jeweils zu messenden Maßen mit Hilfe der NC-Positioniertechnik, d. h. mit Hilfe der Positionier-Schlittensysteme, eingefahren wird. Für alle Messungen gilt als Bezug das Mittenloch und die Radanlagefläche der Radschüssel.

Die äußeren Meßstationen werden zweckmäßig sternförmig um die von der Dreh- und Spanneinheit gebildete zentrale Meßstation herum so gruppiert, daß sie zum Einlegen der zu vermessenden Räder und zum Herausheben der Räder nach erfolgtem Meßvorgang von außen bzw. von der Seite her gut zugänglich ist. Zu diesem Zweck wird die Anordnung vorteilhafterweise so getroffen, daß an der Einlegeseite für das zu messende Bauteil (Rad oder Schüssel) zwei äußere Meßstationen in einem größeren Umfangsabstand (vorzugsweise 120° bis 160°) zueinander angeordnet sind als zu den benachbarten anderen Meßstationen. In bevorzugter Ausführung weist die erfindungsgemäße Einrichtung fünf äußere Meßstationen auf, die dabei zweckmäßig jeweils in Umfangsabständen von $50^\circ \pm 10\%$ zueinander angeordnet werden.

Die Positionier-Schlittensysteme der äußeren Meßstationen bestehen zweckmäßig aus Kreuzschlitten mit von den Positionierantrieben in Richtung auf die zentrale Meßstation und in Vertikalrichtung beweglichen Schlitten. Die Schlittenwege sind dabei dem zu messen-

den Räderprogramm (z. B. 12"- bis 18"-Räder) angepaßt, so daß die Meßwertaufnehmer mit Hilfe des entsprechend programmierten Prozeßrechners für jede zu vermessende Radtype in die jeweilige Meßposition gefahren werden können.

Im einzelnen wird die erfindungsgemäße Mehrstellenmeßeinrichtung in bevorzugter Ausführung wie folgt ausgestaltet:

Die Dreh- und Spanneinheit der zentralen Meßstation weist zweckmäßig einen Tisch oder eine sonstige Radauflage mit einem in das Mittenloch der Radschüssel einfassenden, um eine vertikale Drehachse drehbaren Spannkopf auf. In der zentralen Meßstation wird die Radschüssel vermessen, und zwar der Durchmesser ihres Mittenloches (kleinster eingeschlossener Kreis) und die Radanlage-Ebenheit, d. h. die um das Mittenloch herum auf zwei konzentrischen Teilkreisen angeordneten Radanlageflächen. Die zentrale Meßstation weist entsprechende Meßwertaufnehmer auf. Die Meßwertaufnehmer zum Messen der Radanlagebereiche bestehen zweckmäßig aus am Tisch (Drehtisch) angeordneten, vorzugsweise in Axialrichtung federelastisch gelagerten Meßtastern, die sich gegen den inneren und äußeren Radanlagebereich der Radschüssel axial anstellen und vorteilhafterweise von schneiderartigen Meßleisten od. dgl. gebildet werden, die in Führungsschlitzen des Tisches angeordnet werden können. Für die Messung des Ist-Durchmessers der Mittenbohrung der Radschüssel wird zweckmäßig ein den axialen Spannweg des Spannkopfes messender Meßwertaufnehmer vorgesehen, so daß beim Aufspannen des zu messenden Rades gleichzeitig der Ist-Durchmesser der Mittenbohrung gemessen wird. Eine geschlitzte, außen zylindrische und innen kegelige Spreizhülse kann vertikal mit definierter Kraft über einen Kegeldorn gezogen und dabei bis zum Ist-Durchmesser des Mittenloches der Radschüssel aufgeweitet werden. Aus dem vertikalen Spannweg in bezug zum Einstellmeister wird dann das Maß des Mittenloches mit Hilfe des Meßrechners ermittelt.

Für die Vermessung von Rädern oder Radschüsseln unterschiedlicher Abmessungen kann auf die spreizbare Spreizhülse ein Adapterring auswechselbar aufgesetzt werden. Das Spreizen der Spreizhülse kann mittels eines auf der Drehachse des Spannkopfes angeordneten, sich mit dem Spannkopf drehenden Spannzylinders (Druckluftzylinder) erfolgen, der in einer den Drehtisch tragenden Säule der zentralen Meßstation angeordnet werden kann.

In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung sind die der Umlaufmessung an den Felgenschultern und/oder den Felgenhörnern dienenden Meßrollen mit ihren Meßschlitten an den betreffenden äußeren Meßstationen jeweils in spiegelbildlicher Doppelanordnung vorgesehen. Die ein- oder zweiachsig beweglichen Meßschlitten mit den Meßrollen können aus federbelasteten flachen Plattenkörpern od. dgl. bestehen.

Einzelne Meßrollen, die in Meßanlage an den Felgenhörnern und/oder den Felgenschultern anliegen, bestehen vorteilhafterweise aus profilierten Meßrollen, die mit jeweils zwei Rollen-Tastflächen versehen sind, so daß sie gleichzeitig Umlaufmessungen an zwei Meßstellen der Felge ausführen. Damit gelingt es auch, trotz Vielstellenmessung die Anzahl der benötigten Meßrollen zu begrenzen, was nicht zuletzt auch im Hinblick auf den erforderlichen Raumbedarf vorteilhaft ist.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den einzelnen Ansprüchen angegeben und erge-

ben sich aus der nachfolgenden Beschreibung des in der Zeichnung gezeigten bevorzugten Ausführungsbeispiels der Erfindung. In der Zeichnung zeigt:

Fig. 1 in starker schematischer Vereinfachung eine erfindungsgemäße Mehrstellenmeßeinrichtung in Draufsicht auf die verschiedenen Meßstationen;

Fig. 2 die Mehrstellenmeßeinrichtung nach **Fig. 1** in Seitenansicht von der Rad-Einlegeseite her, ebenfalls in schematischer Vereinfachung;

Fig. 3 die zentrale Meßeinrichtung der Mehrstellenmeßeinrichtung nach den **Fig. 1** und **2** mit einem zu vermessenden Stahlrad im Schnitt, ebenfalls in schematischer Vereinfachung;

Fig. 4 die zentrale Meßstation nach **Fig. 3** im Vertikalschnitt nach Linie IV-IV der **Fig. 5** durch ihren Spannkopf;

Fig. 5 die zentrale Meßstation nach **Fig. 3** in Draufsicht bei entferntem Rad;

Fig. 6 in Seitenansicht eine Einzelheit des Spannkopfes;

Fig. 7 in Draufsicht ein aus einem Haltering bestehendes Arretierungsstück zur Sicherung des Adapterringes des Spannkopfes;

Fig. 8 in schematischer Vereinfachung die äußere Meßstation 1 der Mehrstellenmeßeinrichtung nach den **Fig. 1** bis **7** mit den in Meßposition an der Felge befindlichen Meßrollen;

Fig. 8A die Anordnung nach **Fig. 8** in Teilansicht, teilweise geschnitten, und in größerem Maßstab;

Fig. 9 ebenfalls in schematischer Vereinfachung die äußere Meßstation 2 der Mehrstellenmeßeinrichtung nach den **Fig. 1** bis **8** mit den zur Vermessung einer Radschüssel dienenden Meßrollen;

Fig. 10 eine Einzelheit der äußeren Meßstation 3 mit dem hier befindlichen Meßkopf zur Vermessung der Bolzenlöcher der Radschüssel eines Stahlrades;

Fig. 11 den Meßkopf nach **Fig. 10** in einer Ansicht;

Fig. 12 den Meßkopf nach **Fig. 11** in einem Vertikalschnitt;

Fig. 13 den Meßkopf nach den **Fig. 10** bis **12** in seinem unteren Bereich in Meßanlage an der Bolzenlochansenkung der Radschüssel;

Fig. 14 in schematischer Vereinfachung die äußere Meßstation 4 mit den in Meßposition befindlichen Meßrollen;

Fig. 14A die Anordnung nach **Fig. 14** in Teilansicht, teilweise geschnitten, und in größerem Maßstab;

Fig. 15 eine geänderte Ausführungsform der Meßstation 4 zur Vermessung eines Leichtmetallrades;

Fig. 16 in schematischer Vereinfachung die äußere Meßstation 5 mit den in Meßposition befindlichen Meßrollen.

In den **Fig. 2, 3** und **8** ist ein einzelnes, in der Meßposition befindliches Autorad 1 gezeigt. Das als Stahlrad gefertigte Autorad 1 besteht aus der Felge 2 und der Radschüssel 3, die mit ihrem Schüssellappen 9 unter Vorspannung in die Felge 2 eingezogen und bei 4 mit dieser verschweißt ist. Die Felge 2 umfaßt das Felgenbett 5, die Felgenschultern 6, die Felgenhörner 7 und die beiden Felgenhümpen 8. Die Radschüssel 3 besteht im wesentlichen aus dem Schüssellappen 9, dem Mittenloch 10, den auf einem Teilkreis um das Mittenloch 10 herum angeordneten Bolzenlöchern 11, hier vier in Umfangsabständen von jeweils 90° angeordneten Bolzenlöchern, und den auf zwei konzentrischen Teilkreisen um das Mittenloch 10 herum angeordneten Radanlageflächen 12 und 13, die zur Erzielung einer Vorspannung bei der Radmontage in Achsrichtung des Rades (Z-Achse) ge-

ringfügig gegeneinander versetzt sind, wie dies bekannt ist. Der Schüssellappen 9, der, wie bei den herkömmlichen Spurverstellrädern, auch aus mehreren in Umfangsrichtung der Radschüssel versetzten Einzellappen bestehen kann, weist, wie ebenfalls bekannt, eine geringfügige Lappenschräge, also einen kleinen Schrägwinkel zur Radachse auf, so daß er mit Vorspannung in die Felge 2 eingezogen werden kann.

Die gezeigte Mehrstellenmeßeinrichtung weist eine zentrale Meßstation *St 6* und fünf sternförmig um diese herumgruppiertere äußere Meßstation *St 1* bis *St 5* auf. Sämtliche Meßstationen *St 1* bis *St 6* stehen auf einem kastenförmigen Unterbau 14 der Meßmaschine. Die Meßstationen *St 1* bis *St 5* sind in einem Winkelabstand von jeweils 50° zueinander auf dem Unterbau 14 angeordnet, so daß sich zwischen den äußeren Meßstationen *St 1* und *St 5*, also an der Einlegeseite für das zu messende Rad 1 (oder die zu messende Radschüssel) eine ausreichend breite Öffnung für das Einlegen des zu messenden Bauteils in die zentrale Meßstation *St 6* bzw. für das Herausheben ergibt.

Die äußeren Meßstationen *St 1* und *St 5* weisen zur Positionierung ihrer Meßwertaufnehmer auf Räder (Radschüsseln) unterschiedlicher radialer und axialer Abmessungen jeweils ein Positionier-Schlittensystem 15 mit rechnergesteuerten Positionierantrieben auf. Dabei ist auf dem gemeinsamen Unterbau 14 jeweils ein aufragender kastenförmiger Sockel 16 befestigt, an dem seitlich ein festes Gehäuseteil 17 angeschlossen ist, das den Positionierantrieb für einen horizontal in Richtung auf die zentrale Meßstation *St 1* und in Gegenrichtung bewegbaren Positionierschlitten 18 aufnimmt, der sich außenseitig an dem Gehäuseteil 17 führt. Der im Gehäuseteil 17 befindliche Positionierantrieb weist eine angetriebene Spindel 19 für eine Spindelmutter 30 auf, die mit dem Schlitten 18 verbunden ist. An der freien Seite der Schlitten 18 sind vertikalbewegliche Schlitten 21 geführt, deren Positionierantrieb im Schlitten 18 angeordnet ist und z. B. aus zwei parallelen Spindeln 22 mit den darauf sitzenden Spindelmutter 23 des Schlittens 21 besteht. Bei zwei übereinander angeordneten Schlitten 21 sind diese jeweils über eine eigene Spindel 22 mit Spindelmutter 23 angetrieben. Die Positionierschlitten 18 und 21 bilden demgemäß an jeder äußeren Meßstation *St 1* bis *St 5* einen Kreuzschlitten. Die Schlittenwege der Schlitten 18 und 21 sind so gewählt, daß sich mit Hilfe der Mehrstellenmeßeinrichtung Räder (und Radschüsseln) unterschiedlicher Abmessungen, z. B. ein Räderprogramm von 12"- bis 18"-Rädern, vermessen lassen.

Der Prozeß- und Meßrechner zur Durchführung des Meßvorgangs nach einem vorgegebenen Programm und zur Meßwertverarbeitung ist in der Zeichnung nicht dargestellt, da solche Einrichtungen bekannt sind. Die Positionier-Schlittensysteme 15 der verschiedenen Meßstationen *St 1* bis *St 5* werden mit Hilfe der rechnergesteuerten Positionierantriebe nach Maßgabe der jeweils zu vermessenden Radtype durch entsprechende Programmauswahl am Prozeß- und Meßrechner mit ihren Meßwertaufnehmern in die entsprechende Meßposition gefahren. Für die Messung von Rädern 1 unterschiedlicher Abmessungen wird nur ein einziger Einstellmeister (Rad mit Nennmaßen) benötigt. Falls lose Schüsseln vermessen werden, genügt ebenfalls nur ein einziger Einstellmeister. Mit Hilfe des Einstellmeisters werden für die Vermessung von Rädern 1 mit unterschiedlichen Abmessungen mit Hilfe einer CNC-Programmierung durch Addition oder Subtraktion der

Δ-Maße in bezug auf den Einstellmeister die verschiedenen Meßprogramme für den Prozeß- und Meßrechner erstellt, so daß bei Aufruf des für das zu vermessende Rad zutreffenden Meßprogramms alle Positionier-Schlittensysteme mit den hieran angeordneten Meßwertaufnehmern und demgemäß alle programmierten CNC-Achsen der CNC-Mehrstellenmeßeinrichtung in die entsprechende Meßposition gefahren werden. Die Messung läuft dann so ab, als würde der Einstellmeister gemessen. Somit erfolgt beim Meßvorgang eine eindeutige Ist-Maßaufnahme.

Die vertikalbeweglichen Schlitten 21 der Positionier-Schlittensysteme 15 tragen die verschiedenen Meßwertaufnehmer mit den Meßtastern. Die Meßwerterfassung erfolgt vorzugsweise mit Hilfe von Induktivmeßtastern. Die Meßtaster sind an Meßschlittensystemen 24 angeordnet, die sich an den Enden der Vertikalschlitten 21 der Positionier-Schlittensysteme 15 befinden und die aus flachen, an ihren Seitenflächen geführten Plattenkörpern bestehen, wie dies weiter unten noch näher erläutert wird.

Im folgenden wird die zentrale Meßstation St 6 näher erläutert. Diese besteht aus einer auf dem Unterbau 14 stehenden Säule 25, die auf ihrer Oberseite einen um eine Vertikalachse drehbaren Drehtisch 26 od. dgl. als Auflage für das zu vermessende Rad 1 trägt. Die zentrale Meßstation St 1 bildet eine mit einem NC-Drehantrieb für das zu vermessende Bauteil 1 versehene Dreh- und Spanneinheit, die zugleich mit Meßwertaufnehmern zum Messen der Mittenbohrung 10 das Rades 1 bzw. der Radschüssel 3 sowie zum Messen der inneren und äußeren Radanlagebereiche 12 und 13 versehen ist. Die Dreh- und Spanneinheit der zentralen Meßstation St 6 weist einen vertikalen Spannkopf 27 zur Aufspannung des zu messenden Rades 1 auf. Der Spannkopf besteht im wesentlichen aus einem in der vertikalen Drehachse angeordneten, sich nach oben konisch verjüngenden Dorn 28, auf dem eine axial geschlitzte und daher radial spreizbare Spreizhülse 29 sitzt. Die am Außenumfang zylindrische und innen kegelige Spreizhülse 29 läßt sich mit definierter Kraft über den kegelförmigen Dorn 28 nach unten ziehen, wodurch sie bis zur Anlage am Innenumfang des Mitteloches 10 aufgeweitet wird. Aus dem vertikalen Weg der Spreizhülse 29 gegenüber dem Dorn 28 läßt sich, bezogen auf das Maß des Einstellmeisters, der Ist-Durchmesser des Mitteloches 10 des jeweils gemessenen Rades 1 ermitteln. Dies erfolgt mittels eines (nicht dargestellten) Meßwertaufnehmers, der der Spreizhülse 29 bzw. ihrem axialen Stellenantrieb zugeordnet ist. Der Stellantrieb des Spannkopfes 27 besteht z. B. aus einem auf der vertikalen Drehachse im Inneren des Säulenkörpers 25 angeordneten und sich mit dem Drehtisch 26 drehenden pneumatischen Spannzylinder, mit dem die Spreizhülse 29 über eine Zugstange od. dgl. über den Kegeldorn 28 gezogen wird. Die dabei auftretende Vertikalbewegung der Spreizhülse 29 nach unten erzeugt gleichzeitig eine Anpressung des Rades 1 mit seiner Radanlage 12, 13 auf den Drehtisch 26.

Auf die Spreizhülse 29 kann von oben ein Adapterring 30 aufgesteckt werden, der mittels eines ebenfalls von oben auf die Spreizhülse aufgesteckten Verschuß- oder Halteringes 31 gesichert wird. Der auswechselbare Adapterring 30 dient der Anpassung der Spreizhülse 29 auf das Mittenloch 10 des jeweils zu vermessenden Rades 1 und wird beim Vermessen eines anderen Rades mit abweichendem Durchmesser des Mitteloches 10 gegen einen entsprechenden Adapterring ausgewechselt. Die Sicherung des Adapterringes 30 mit Hilfe des

Halteringes 31 erfolgt zweckmäßig mittels einer Schnellverbindung, z. B. dadurch, daß der Haltering 31 mit nach innen weisenden segmentartigen Riegelansätzen 37 (Fig. 7) versehen wird, die beim Aufsetzen des Halteringes auf das Kopfende der Spreizhülse 29 durch Drehen des Halteringes um 90° in hinterschnittene Nuten 38 der Spreizhülse fassen. Der Drehtisch 26 weist an seiner Oberseite mittig eine von dem Dorn 28 und der Spreizhülse 29 durchgriffene Ausnehmung 39 auf, in die auch der Adapterring 30 einfassen kann.

Wie erwähnt, weist die zentrale Meßstation St 6 zugleich Meßwertaufnehmer zum Messen der Ebenheit der Radanlagebereiche 12 und 13 und damit auch der sich bei der Radmontage, d. h. beim Festziehen der Radmutter an den Anlageflächen 12 und 13 einstellenden Vorspannung auf. Die zentrale Antriebs- und Spanneinheit dient demgemäß einerseits zur Aufnahme und Drehung des zu vermessenden Rades 1 (oder der Radschüssel) und andererseits gleichzeitig zum Messen des Mitteloches 10 sowie der Ebenheit der Radanlagebereiche 12 und 13 und der Vorspannung. Sie bildet die Bezugsebene für alle weiteren Messungen.

In der Anlagefläche der Radaufnahme, d. h. im Drehtisch 26, sind nach oben offene Schlitzte 40 und 41 eingearbeitet, in denen jeweils ein Meßtaster 42 bzw. 43 eingebaut und axial verschieblich so gelagert ist, daß er über die obere Auflagefläche des Tisches 26 hochfahren kann. Die sternförmig angeordneten Meßtaster 43 bestehen aus schmalen Leisten, deren obere Längsscheitel von Hartmetallschneiden, z. B. in Gestalt von dünnen Hartmetallstiften, gebildet werden. Die Meßtaster 42 und 43 sind so angeordnet, daß sie im wesentlichen den gesamten Durchmesserbereich der Radanlageflächen überdecken, wobei der Meßtaster 42 der inneren Radanlagefläche 12 und der Meßtaster 43 der äußeren Radanlagefläche 13 zugeordnet ist. Die Meßwertaufnahme der Meßtaster 42 und 43 erfolgt z. B. auf induktivem Wege. Die Messung der Ebenheit der Radanlageflächen 12 und 13 erfolgt, indem die Meßtaster 42, 43 und 360° unter dem stehenden Rad hinweggedreht werden. Während der Drehung erfolgt die Meßwertaufnahme. Da bei den herkömmlichen Rädern in der Regel keine durchgehenden Radanlageflächen 12, 13 vorhanden sind, diese vielmehr im Bereich der Bolzenlöcher 11 Unterbrechungen aufweisen, wird durch Ausblenden der betreffenden Winkelbereiche die Meßwertaufnahme auf die geforderten Anlagebereiche der Radschüssel begrenzt. Das Vorspannungsmaß, d. h. die axiale Versetzung der äußeren Radanlageflächen 13 gegenüber den inneren Anlageflächen 12, errechnet sich aus den bei der Ebenheitsmessung mit Hilfe der Meßtaster 42 und 43 ermittelten Meßwerte.

Die äußere Meßstation St 1 ist in Fig. 8 schematisch angedeutet. Diese Meßstation weist zur Mittelebene des zu messenden Rades 1 spiegelbildlich zueinander angeordnete, an jeweils einem Positionierschlitten 21 gelagerte Meßschlittensysteme 24 mit gleich ausgebildeten Meßrollen 44, 45 und 46 zum Messen der Felgenhornhöhe, der Hornbreite, der Schulterwinkel der Felgenschultern sowie des Humpumfangs und der Humphöhe auf. Die Meßwerterfassung erfolgt auch hier über Induktivmeßtaster als Wegaufnehmer. Die eigentlichen Tastelemente bestehen aus den Meßrollen 44, 45 und 46, die in ihrer Form der jeweiligen Meßaufgabe angepaßt sind.

Die Meßrollen 44 weisen jeweils zwei umlaufende Meßflächen 47 und 48 auf. Sie liegen mit ihren in Richtung der Radachse weisenden Meßflächen 27 an der

freien Umfangskante der Felgenhörner 7 an, während sich ihre winklig hierzu angeordnete, die Drehachse der Meßrolle konzentrisch umschließende Meßfläche 48 in Anlage an der äußeren umlaufenden Scheitelfläche des betreffenden Felgenhorns befindet. Die Meßrollen 44 sind jeweils an einem in Fig. 8 nur schematisch angedeuteten, als Kreuzschlitten ausgebildeten Meßschlitten um eine zur Radachse parallele Achse drehbar gelagert, wobei die beiden federbelasteten Schlitten des Kreuzschlittens Meßrollenverstellungen sowohl in Richtung der Vertikalen (Z-Achse) als auch horizontal, also radial zur Radachse (Y-Achse) zulassen. Diese Meßrollenanordnung ist in Fig. 8A für den einen der beiden Meßrollensätze 44 bis 46 deutlicher dargestellt. Die zweite Meßrolle 45 ist an einem gesonderten, federbelasteten Meßschlittensystem ebenfalls um eine zur Radachse parallele Achse 49 drehbar gelagert. Sie weist eine zumindest angenähert kegelförmige Umfangsfläche mit den beiden umlaufenden Meßkanten 50 und 51 auf, wobei die Meßkante 50 an der im Durchmesser größeren Rollenbasis die Schulterfläche 4 der Felge 2 und die andere Meßkante 51 an dem im Durchmesser kleineren Ende der Meßrolle an der Seitenfläche des Felgehorns 7 anliegt. Die Meßrolle 45 mißt demgemäß den Schulterwinkel und in Verbindung mit der Meßrolle 44 auch die Hornhöhe und die Hornbreite. Die dritte Meßrolle 46 wälzt sich mit ihrer zur Drehachse konzentrischen Umfangsfläche auf dem Hump 8 ab. Diese Meßrolle ist ringförmig ausgeführt und umgreift die von einem Bolzen gebildete Drehachse 49 der Meßrolle 45 mit dem erforderlichen radialen Bewegungsspiel. Der Meßschlitten der Humpöhe und den Humpumfang messenden Meßrolle 46 ist lediglich gegen Federkraft radial zur Radachse verstellbar, während die Meßschlitten der beiden anderen Meßrollen 44 und 45, wie erwähnt, sowohl radial als auch axial gegen Federkraft verstellbar sind. Die Stellbewegungen der Meßrollen 44, 45 und 46 bei der Umlaufmessung werden, wie erwähnt, mit Hilfe induktiver Wegaufnehmer gemessen, die sich im Inneren der plattenförmigen Meßschlitten des Meßschlittensystems 15 befinden können.

In Fig. 9 ist die äußere Meßstation St 2 gezeigt, die lediglich zur Radschüsselmessung dient, ggf. aber auch entfallen kann, wenn die Mehrstellenmeßeinrichtung nur zur Vermessung von Rädern bzw. Felgen eingesetzt wird. Diese Meßstation St 2 weist ebenfalls drei Meßrollen 52, 53 und 55 auf, die jeweils an einem federbelasteten Meßschlittensystem 24 gelagert sind, wobei die Meßrolle 55 um eine radiale, rechtwinklig zu den Drehachsen der Meßrollen 52 und 53 gerichtete Drehachse drehbar ist. Die beiden mit ihren kegelförmigen Rollenmänteln ineinandergreifenden, jedoch mit ihren federbelasteten Meßschlitten unabhängig voneinander in Radialrichtung verstellbaren Meßrollen 52 und 53 tasten den Schüssellappen 9 an verschiedenen Umfangsstellen ab und messen demgemäß einerseits den Schüsseldurchmesser und andererseits den Schrägwinkel des Schüssellappens 9 sowie Laufabweichungen, während die dritte Meßrolle 55, die sich am freien Lappenende abwälzt, die Lappenhöhe mißt. Diese Meßrolle 55 ist am Meßschlittensystem 24 der Meßrolle 53 gelagert, welches aus einem in Radialrichtung und in Axialrichtung federbelasteten Kreuzschlitten besteht, während der Meßschlitten der dritten Meßrolle 52 nur in Radialrichtung federbelastet verstellbar angeordnet ist. Dies ist in Fig. 9 durch die Pfeile F, F' angegeben.

Während die äußeren Meßstationen St 1, St 3, St 4 und St 5 an dem horizontalbeweglichen Schlitten 18

zwei vertikalbewegliche Schlitten 21 in Übereinanderanordnung aufweisen, ist die Meßstation St 3 bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel nur mit einem einzigen vertikalbeweglichen Schlitten 21 versehen, wobei aber im Bedarfsfall ein weiterer Vertikalschlitten nachgerüstet werden kann. Am Schlitten 21 der Meßstation St 3 ist ein Meßschlittensystem 24 mit in den beiden rechtwinklig zueinander stehenden Horizontalrichtungen beweglichen plattenförmigen Schlitten (X-Y-Schlitten) mit einem Bewegungsspielraum von etwa 3 mm angeordnet. Das Meßschlittensystem 24 trägt ein in der Vertikalrichtung (Z-Richtung) wirkendes Tastelement 56 zur Vermessung der Bolzenlöcher 11 und ihrer Ansenkungen 11' der Radschüssel 3. Das federelastische Tastelement 56 ist in der Horizontalebene schwimmend gelagert. Wie die Fig. 10 bis 13 zeigen, besteht es aus einem Tastbolzen 57 mit Tastkopf 58 und zwei den Tastbolzen 57 konzentrisch umschließenden, gegenüber dem Tastbolzen 57 axialbeweglichen Tasthülsen 59 und 60. Es ist daher möglich, mit einer Antastung gleichzeitig mehrere Maße des Bolzenlochs 11 und seiner Ansenkung 11' zu erfassen, nämlich die Position, den Durchmesser und die Form der Ansenkung 11', bei einer kegelförmigen Ansenkung (Fig. 13) zusätzlich den Kegelswinkel. Im Falle einer Kugelansenkung kann die Formabweichung von der Kugelkalotte erfaßt werden. Die Meßhülsen sind mittels eines Schnellverschlusses austauschbar, um das Tastelement 56 den verschiedenen Formen der Bolzenlochansenkung anpassen zu können. Der Schnellverschluß kann aus einem einfachen Stift 61 bestehen, der Bohrungen bzw. vertikale Langlöcher der Teile 57, 59 und 60 durchfaßt. Die Meßwertaufnahme erfolgt auch hier über Induktivmeßtaster (vier oder fünf Induktivmeßtaster). Das in definierter Winkellage eingespannte Rad 1 (Schüssel) wird mit Hilfe des Drehtisches 26 in die jeweilige theoretische Soll-Teilungslage gedreht, worauf der Tastkopf 56 durch Niederfahren des Schlittens 21 in die betreffende Bolzenlochansenkung 11' gebracht wird, in der er sich aufgrund seiner schwimmenden Lagerung zentriert. Auf diese Weise wird die Ist-Position der Bolzenlochansenkung 11' und damit des Bolzenloches 11 ermittelt, gleichzeitig die Geometrie der Bolzenlochansenkung 11'. Das den Tastkopf 56 bildende Tastelement ist, wie erwähnt, auf einem Kreuztisch aufgebaut und in einem Meßkreisdurchmesser von z. B. 3 mm schwimmend gelagert, so daß beim Meßvorgang eine Ist-Wegmessung durchgeführt wird, wobei in bezug auf die Kalibrierposition die Ist-Position ermittelt wird. Die Meßwerterfassung erfolgt also durch Bestimmung der Abweichung von der Soll-Position.

Wie die Fig. 1 und 2 lediglich in schematischer Vereinfachung zeigen, sind an der äußeren Meßstation St 3 außerdem ein Niederhalter und eine Vorzentriervorrichtung angeordnet. Die Vorzentriervorrichtung dient dazu, das zu messende Rad 1 in definierter Winkellage einlegen zu können, während der Niederhalter zum Andrücken und Festhalten des Rades 1 bei der Ebenheitsmessung der Radanlageflächen 12, 13 vorgesehen ist. An einem Schlitten 32 der äußeren Meßstation St 3 ist ein federelastisch gelagerter Zentrierbolzen 33 angeordnet, der z. B. mit Hilfe einer Handkurbel in Zentrierposition gebracht werden kann, in der er in ein Bolzenloch 11 der Radschüssel 3 des zu messenden Rades 1 einfaßt. Außerdem ist am Schlitten 32 ein Träger 34 für den Niederhalter 35 angeordnet, der sich von oben gegen die Radschüssel 3 des in der zentralen Meßstation St 6 befindlichen Rades absenken läßt. Die gesamte

Zentrier- und Niederhalteinheit läßt sich z. B. mit Hilfe eines pneumatischen Stellantriebs nach oben und zur Seite hin wegfahren, damit sie nicht mit dem Tastkopf 56 kollidiert.

Die Fig. 14 und 14A zeigen in einem Beispiel den Aufbau der Meßstation St 4 im Falle der Vermessung eines Stahlrades 1. Sie weist an den Schlitten 21 in spiegelbildlicher Anordnung zwei übereinander angeordnete federbelastete Meßschlittensysteme 24 mit jeweils zwei lediglich in radialer Richtung gegen die Federrückstellkraft beweglichen Meßschlitten 24' und daran gelagerten Meßrollen 62 und 63 zum Messen der Felgenhornumrollung auf. In Fig. 14A ist nur die eine der beiden übereinander angeordneten Meßeinheiten gezeigt. Die beiden Meßrollen 62 und 63 sind um eine gemeinsame, parallel zur Radachse verlaufende Drehachse drehbar. Dabei ist die aus einer flachen Rundscheibe bestehende Meßrolle 63, die das Felgenhorn 7 im Tiefsten seiner Konkavseite abtastet, an einem Bolzen 64 gelagert, der mit dem (in Fig. 14A oben gezeigten) in Pfeilrichtung *F* federelastisch gelagerten Meßschlitten 24' verbunden ist. Der Bolzen 64 durchfaßt die andere Meßrolle 62, die mit ihrer ringförmigen Stirnfläche 65 die Außenkante des Felgenhorns 7 abtastet und durch Federn 66 gegen die Außenkante angestellt wird. Die Federn 66 stützen sich an einem Arm 67 ab, der mit dem (in Fig. 14A unten gezeigten) ebenfalls in Pfeilrichtung *F* federelastisch gelagerten Meßschlitten 24' verbunden ist. Die in Kugelhülsen gelagerten Meßrollen 62 und 63 sind im übrigen so geformt, daß sie sich mit Hilfe der Vertikalschlitten 21 von oben in das Felgenhorn 7 einführen lassen.

Bei Vermessung eines Leichtmetallrades 1' kann die äußere Meßstation St 4 entsprechend Fig. 15 aufgebaut werden. Sie weist hier ein Meßrollenpaar 68, 69 zur Messung der Materialstärke des Außen-Felgenhorns 7 und der Laufabweichung der Hornkante sowie ein weiteres Meßrollenpaar 70 und 71 zum Messen der Materialstärke im Felgen-Durchmesserbereich auf. Die beiden Meßrollen 68 und 69 sind um parallele, im Winkel von 45° zur Radachse geneigte Drehachsen drehbar jeweils an einem als Kreuzschlitten ausgebildeten, federelastischen Meßschlittensystem 24 gelagert, so daß sie sowohl in Richtung der Radachse als auch in Richtung des Raddurchmessers verstellbar sind.

Die beiden anderen Meßrollen 70 und 71 sind jeweils an einem plattenförmigen Meßschlitten 24' eines am selben Positionierschlitten 21 der Meßstation St 4 befindlichen Meßschlittensystem 24 gelagert, wobei der Meßschlitten 24' der äußeren Meßrolle 71 z. B. mit Hilfe eines (nicht dargestellten) pneumatischen Anstellzylinders in Radialrichtung beweglich ist, während der Meßschlitten 24' der Gegenmeßrolle 70 in Radialrichtung federbelastet gelagert ist. Die Meßrollen 70 und 71 können daher mit Hilfe des pneumatischen Stellantriebs soweit auseinandergefahren werden, daß sie bei der Aufwärtsbewegung des Schlittens 21 ungehindert in die Meßposition gebracht und nach erfolgter Messung wieder soweit auseinandergefahren werden können, daß sie sich nach unten von dem in der zentralen Meßstation angeordneten Rad 1' zurückfahren lassen. Durch Unterlegen von Distanzringen können die Meßrollen auf unterschiedliche Dicken an der jeweils günstigsten Meßposition eingestellt werden. Auch hier sind im übrigen den verschiedenen Meßrollen Induktivmeßvorrichtungen zugeordnet, die in den plattenförmigen Meßschlitten untergebracht werden können.

Die äußere Meßstation St 5 gemäß Fig. 16 dient zum Messen der Rund- und Planlaufabweichungen des Ra-

des 1. Sie weist in spiegelbildlich symmetrischer Übereinanderanordnung an den Schlitten 21 der Meßstation St 5 zwei Meßschlittensysteme 24 mit jeweils einer Meßrolle 72 auf. Die beiden Meßrollen 72 sind um gegenläufig zueinander geneigte Drehachsen drehbar gelagert, die in einem Schrägwinkel von 45° zur Radachse stehen. Die beiden Meßschlittensysteme 24 sind als Kreuzschlitten mit in Radialrichtung (Pfeil *F*) und in Axialrichtung (Pfeilrichtung *F'*) elastisch gelagerten Schlitten ausgeführt. Die profilierten Meßrollen 72 sind auch hier als Doppelmeßrollen mit jeweils zwei im Winkel zueinander stehenden Tastflächen 73 und 74 ausgeführt, wobei die Tastflächen 73 sich am Felgenhorn 7 und die Tastflächen 74 sich an der Felgenschulter 6 abwälzen. Mit Hilfe dieses Meßsystems ist ein Messen der Rund- und Planlaufabweichung des Rades sowie des Prüfringdurchmessers und des Prüfringumfangs, der Maulweite und der Einpreßtiefe möglich. Die Meßwertaufnahme erfolgt über vier Induktivmeßwertgeber.

Der Meßvorgang mit Hilfe der vorstehend beschriebenen Mehrstellenmeßeinrichtung läßt sich wie folgt durchführen:

Das zu messende Rad 1 wird von der Einlegeseite her, also durch den Zwischenraum zwischen den äußeren Meßstationen St 1 und St 5, in die mit einem NC-Drehantrieb versehene Dreh- und Spanneinheit der zentralen Meßstation St 6 eingebracht, auf den Drehtisch 26 abgelegt und, wie in Fig. 3 gezeigt, mit Hilfe der aus dem Kegeldorn 28, der Spreizhülse 29 und dem Adapterring 30 bestehenden Aufspannvorrichtung in seinem Mittenloch 10 eingespannt, wobei, wie oben beschrieben, gleichzeitig das Mittenloch 10 in seinem Ist-Durchmesser vermessen wird. Das so eingespannte Rad 1 wird dann mit Hilfe des Drehtisches 26 in eine definierte Drehlage (Soll-Teilungslage) gefahren, worauf der Tastkopf 56 der äußeren Meßstation St 3 in das betreffende Bolzenloch 10 des Rades 1 abgesenkt wird. Mit dem sich in der Ansenkung 11 des Bolzenloches 10 zentrierenden Tastkopf 56 wird die Ist-Position des Bolzenloches ermittelt und gleichzeitig, wie oben beschrieben, die Geometrie der Bolzenlochansenkung 11 durch Meßwertverknüpfung der den Meßgliedern des Tastkopfes zugeordneten Weggeber erfaßt und mit Hilfe des Rechners ausgewertet. Anschließend wird der Tastkopf 56 wieder hochgefahren und das aufgespannte Rad 1 mit Hilfe des Drehtisches 26 um 90° gedreht. Bei dieser Drehbewegung erfolgen die Umlaufmessungen mit Hilfe der an den äußeren Meßstationen angeordneten Meßrollen, die zuvor mit Hilfe ihres Positionier-Schlittensystems und der zugeordneten, vom Prozeßrechner gesteuerten Positionierantriebe in die Meßposition gefahren worden sind. Die von den Meßrollen gelieferten Meßwerte werden ebenfalls vom Rechner ausgewertet. Nach der ersten 90°-Drehung des Rades 1 wird das zweite Bolzenloch 10 mit Hilfe des Tastkopfes 56 in seiner Lage auf dem Teilkreis der Radschüssel 3 und hinsichtlich der Geometrie seiner Ansenkung 11 vermessen. Ist dies geschehen, so wird nach Hochfahren des Tastkopfes 56 das Rad 1 mit Hilfe des Drehtisches 26 erneut um 90° gedreht, wobei wiederum die Umlaufmessungen mit den an den äußeren Meßstationen angeordneten Meßrollen durchgeführt werden. Der vorgenannte Meßvorgang wird wiederholt, bis sämtliche vier Bolzenlöcher 10 und das Rad 1 auf seinem vollen 360°-Umfang vermessen worden sind. Anschließend erfolgt die Ebenheitsmessung an den Radanlageflächen 12 und 13 in der zentralen Meßstation 6. Zu diesem Zweck wird durch Axialverstellung der Spreizhülse 29 die Radaufspannung ge-

löst, nachdem zuvor der an der äußeren Meßstation 3 angeordnete Zentrierbolzen 63 in das betreffende Bolzenloch 10 und der Niederhalter 65 auf die Radschüssel 3 des Rades 1 abgesenkt worden sind. Das Rad 1 wird damit in definierter Drehlage gehalten, wobei sich die am Drehtisch 26 angeordneten Meßtaster 42 und 43 gegen die Radanlagefläche 12 und 13 legen. Anschließend wird der Drehtisch 26 mit den Meßtastern 42 und 43 gegenüber dem gegen Drehung gehaltenen Rad 1 um 360° gedreht, wobei die Meßtaster 42 und 43 sich über die Radanlageflächen 12 und 13 hinweg bewegen und diese vermessen. Die Meßwertverarbeitung erfolgt durch den Rechner. Nach der Ebenheitsmessung ist das Rad 1 vollständig vermessen. Es kann dann von der zentralen Meßstation St 6 abgenommen werden.

Der vorstehend beschriebene Meßvorgang läßt sich innerhalb kürzester Zeit, im allgemeinen in einer Taktzeit von höchstens zwei Minuten, durchführen.

Der vorstehend beschriebene Meßvorgang läßt sich auch in anderer Folge durchführen. Beispielsweise können die Umlaufmessungen mit Hilfe der an den äußeren Meßstationen angeordneten Meßrollen bei einer durchgehenden, kontinuierlichen 360°-Drehung des Rades 1 durchgeführt werden. Die Vermessung der Bolzenlöcher 11 mit Hilfe des Tastkopfes 56 kann vor oder nach dieser Umlaufmessung erfolgen, ebenfalls die Ebenheitsmessung mit Hilfe der Tastelemente 42 und 43. Es ist ohne weiteres ersichtlich, daß mit Hilfe der beschriebenen Mehrstellenmeßeinrichtung sich auch lose Radschüsseln 3 oder auch nur die Felgen 2 der Räder vermessen lassen.

Die Verteilung der verschiedenen Meßtaster auf die äußeren Meßstationen kann selbstverständlich auch abweichend von dem vorstehend beschriebenen bevorzugten Ausführungsbeispiel vorgenommen werden. Die Meßwertverarbeitung und -auswertung und die Maschinensteuerung erfolgen, wie erwähnt, mit Hilfe des Prozeß- und Meßrechners. Die Meßeinheiten an den verschiedenen äußeren Meßstationen bestehen zweckmäßig aus auswechselbaren Meßköpfen, um die Mehrstellenmeßeinrichtung den verschiedenen Meßaufgaben z. B. beim Vermessen von Stahlrädern oder Leichtmetallrädern anpassen zu können. Alle Messungen basieren, wie erwähnt, auf der Kalibrierung der Mehrstellenmeßeinrichtung mit Hilfe nur eines einzigen Einstellmeisters, wobei die jeweilige Abweichung des zu vermessenden Bauteils vom Einstellmeister mit Hilfe der NC-Positionierantriebe der Schlittensysteme eingefahren wird. Die Lagerung der Positionier-Schlittensysteme erfolgt zweckmäßig mittels Kugelumlauflager in Prismenführungen, eingebaut in aus Feinguß gefertigten, verzugsarmen Bauteilen. Für die Schlittenantriebe können Planetenrollenspindeln od. dgl. verwendet werden, für die Stellenantriebe frequenzgeregelter Drehstrommotoren.

Patentansprüche

1. Mehrstellenmeßeinrichtung zur Vermessung von Kraftfahrzeugrädern, deren Felgen und/oder Radschüsseln, mit einem Prozeßrechner zur Durchführung des Meßvorgangs nach einem vorgegebenen Programm und zur Meßwertverarbeitung, mit einer das zu vermessende Bauteil tragenden Aufspanneinheit und mit Meßwertaufnehmern, die mit das Bauteil an vorgegebenen Meßstellen abtastenden Meßtastern versehen sind, **gekennzeichnet durch folgende Merkmale:**

– Die Aufspanneinheit ist eine mit einem Drehantrieb für das Bauteil (1, 1') versehene Dreh- und Spanneinheit (26, 27), die eine zentrale Meßstation (St 6) bildet, um die herum mehrere äußere Meßstationen (St 1 bis St 5) gruppiert sind;

– die äußeren Meßstationen (St 1 bis St 5) weisen zur Positionierung der Meßwertaufnehmer auf Bauteile unterschiedlicher Abmessungen Positionier-Schlittensysteme (15) mit rechnergesteuerten Positionierantrieben auf;

– zumindest ein Teil der Positionier-Schlittensysteme (15) ist mit einem Meßschlittensystem (24) od. dgl. versehen, das als Meßtaster Meßrollen für die Durchführung von Umlaufmessungen am zu vermessenden, sich drehenden Bauteil (1, 1') aufweist.

2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß an der Einlegeseite für das zu messende Bauteil (1, 1') zwei äußere Meßstationen (St 1 und St 5) in einem größeren Umfangsabstand zueinander angeordnet sind als zu den benachbarten anderen Meßstationen (St 2 bis St 4).

3. Einrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß fünf äußere Meßstationen (St 1 bis St 5) vorgesehen sind, die jeweils in Umfangsabständen von $50^\circ \pm 10\%$ zueinander angeordnet sind.

4. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Positionier-Schlittensysteme (15) der äußeren Meßstationen aus Kreuzschlitten mit von den Positionierantrieben in Richtung auf die zentrale Meßstation (St 6) und in Vertikalrichtung beweglichen Schlitten (18, 21) bestehen.

5. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Dreh- und Spanneinheit der zentralen Meßstation (St 6) einen um eine vertikale Drehachse drehbaren Tisch (26) od. dgl. mit einem in das Mittenloch (10) der Radschüssel (3) einfassenden vertikalen Spannkopf (27) aufweist.

6. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die zentrale Meßstation (St 6) mit Meßwertaufnehmern zum Messen des Mittenloches (10) der Radschüssel (3) sowie zum Messen der inneren und äußeren Radanlageflächen (12, 13) versehen ist.

7. Einrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßwertaufnehmer zum Messen der Radanlageflächen (12, 13) von am Drehtisch (26) vorzugsweise federelastisch gelagerten, gegen die innere und die äußere Radanlagefläche der Radschüssel (3) axial anstellbaren Meßtastern, vorzugsweise in Gestalt von in Schlitten (40, 41) des Drehtisches (26) angeordneten Meßleisten od. dgl., gebildet sind.

8. Einrichtung nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß für die Messung des Ist-Durchmessers des Mittenloches (10) der Radschüssel (3) ein den axialen Spannweg des Spannkopfes (27) messender Meßwertaufnehmer vorgesehen ist.

9. Einrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Spannkopf (27) aus einer einem konischen Innendorn (28) sitzenden, radial spreizbaren Spreizhülse (29), ggf. in Verbindung mit einem sie umschließenden auswechselbaren Adapterring (30), besteht.

10. Einrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Spreizhülse (29) mittels eines auf der Achse des Spannkopfes (27) angeordneten, sich mit dem Spannkopf drehenden Spannzylinders gegenüber dem sich nach oben verjüngenden Dorn (28) axial verstellbar ist. 5

11. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die der Umlaufmessung im Felgenschulter- und Hornbereich dienenden Meßrollen mit ihren Meßschlitten (24) an den betreffenden äußeren Meßstationen in spiegelbildlicher Doppelanordnung vorgesehen sind. 10

12. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die die Meßrollen aufweisenden Meßschlittensysteme (24) aus federbelasteten und/oder mittels Druckluft-Stellzylindern beweglichen Plattenkörpern bestehen. 15

13. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß einzelne Meßrollen aus profilierten Doppel-Meßrollen (44, 45, 62, 68, 69, 72) mit jeweils zwei Rollentastflächen ausgebildet sind. 20

14. Einrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß zur Messung von Rund- und Planlaufabweichungen des Rades dienende Meßrollen (72) profilierte Umfangsflächen mit zwei winklig zueinander stehenden umlaufenden Tastflächen (73, 74) aufweisen. 25

15. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß an einer gemeinsamen äußeren Meßstation (St 1) in spiegelbildlicher Anordnung übereinander an Meßschlittensystemen (24) angeordnete Meßrollen (45, 45, 46) zur Messung der Hornhöhe und Hornbreite, der Schulterwinkel der Felgenschultern sowie der Humphöhe bzw. des Humpumfangs angeordnet sind. 30

16. Einrichtung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßrollen (46) zur Messung der Humphöhe bzw. des Humpumfangs die Achse der den Schulterwinkel messenden Meßrolle (45) mit Bewegungsspiel umschließt. 35

17. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß an einer äußeren Meßstation (St 2) Meßrollen (52, 53, 55) zur Messung der Radschüssel (3), wie insbesondere zum Messen des Schüsseldurchmessers, der Schüssellappenhöhe und/oder der Schüssellappenschräge, angeordnet sind. 40

18. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß an einer äußeren Meßstation (St 3) ein Meßkopf (56) zur Messung der Bolzenlöcher (11) der Radschüssel (3) angeordnet ist. 45

19. Einrichtung nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß der Meßkopf (56) aus einem federbelasteten Tastbolzen (57) und aus den Tastbolzen konzentrisch umschließenden, die Bolzenlochan-senkung (11') messenden, gegenüber dem Tastbolzen axial beweglichen, federbelasteten Tasthülsen (59, 60) besteht. 50

20. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß bei der Messung eines Stahlrades (1) an einer äußeren Meßstation (St 4) in spiegelbildlicher Anordnung übereinander federbelastete Meßrollen (62, 63) zur Messung der Felgenhornumrollung angeordnet sind. 55

21. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß zur Messung eines

Leichtmetallrades an einer äußeren Meßstation (St 4) an Meßschlitten Meßrollen (68, 69, 70, 71) zum Messen der Materialstärke im Felgendurchmesserbereich und im Felgenhornbereich angeordnet sind.

22. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 21, dadurch gekennzeichnet, daß an einer äußeren Meßstation (St 5) in symmetrischer Anordnung übereinander an federbelasteten Meßschlitten Meßrollen (72) zur Messung der Plan- und Rundlaufabweichung sowie ggf. des Prüfringdurchmessers, der Maulweite und der Einpreßtiefe, angeordnet sind.

23. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß an einer äußeren Meßstation (St 3) ein in ein Bolzenloch (11) der Radschüssel (3) von oben einführbarer Zentrierbolzen (63) und/oder ein von oben gegen die Radschüssel absenkbarer Niederhalter (65) an einem Schlitten (62) angeordnet ist.

24. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 23, dadurch gekennzeichnet, daß sämtliche Meßstationen (St 1 bis St 6) auf einem gemeinsamen Grundkörper (14) angeordnet sind, der mit die äußeren Meßstationen (St 1 bis St 5) bildenden kastenförmigen Aufbauten (16) als Träger für die Positionier-Schlittensysteme (15) versehen ist.

25. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 24, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßschlittensysteme (24) der Tastelemente an den vertikal beweglichen Schlitten (21) der Positionier-Schlittensysteme (15) angeordnet sind, wobei bei spiegelbildlicher Anordnung von zwei Meßrolleneinheiten an einer äußeren Meßstation jede Meßrolleneinheit an einem eigenen Schlitten (21) des Positionier-Schlittensystems (15) gelagert ist.

Hierzu 7 Seite(n) Zeichnungen

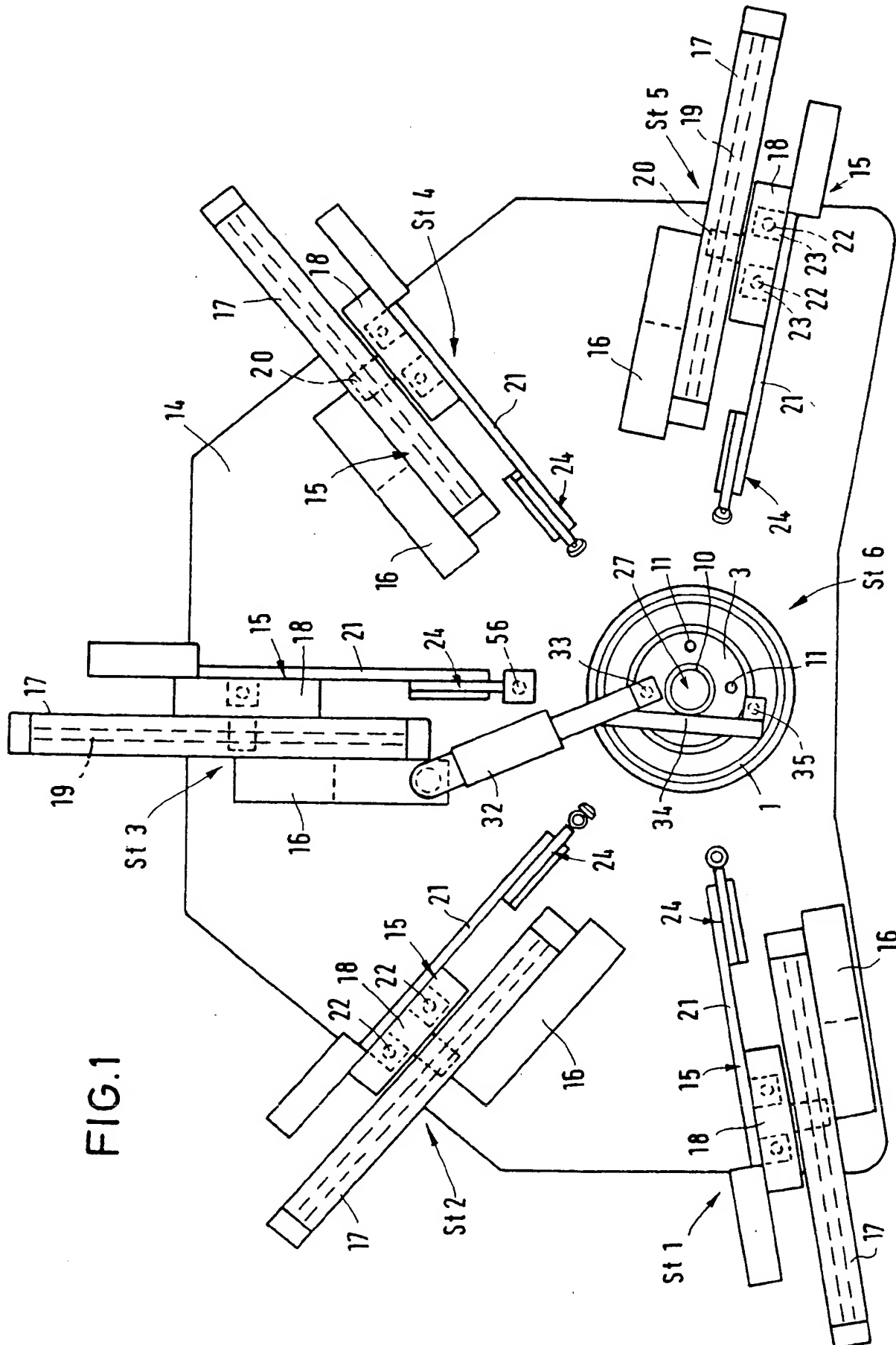
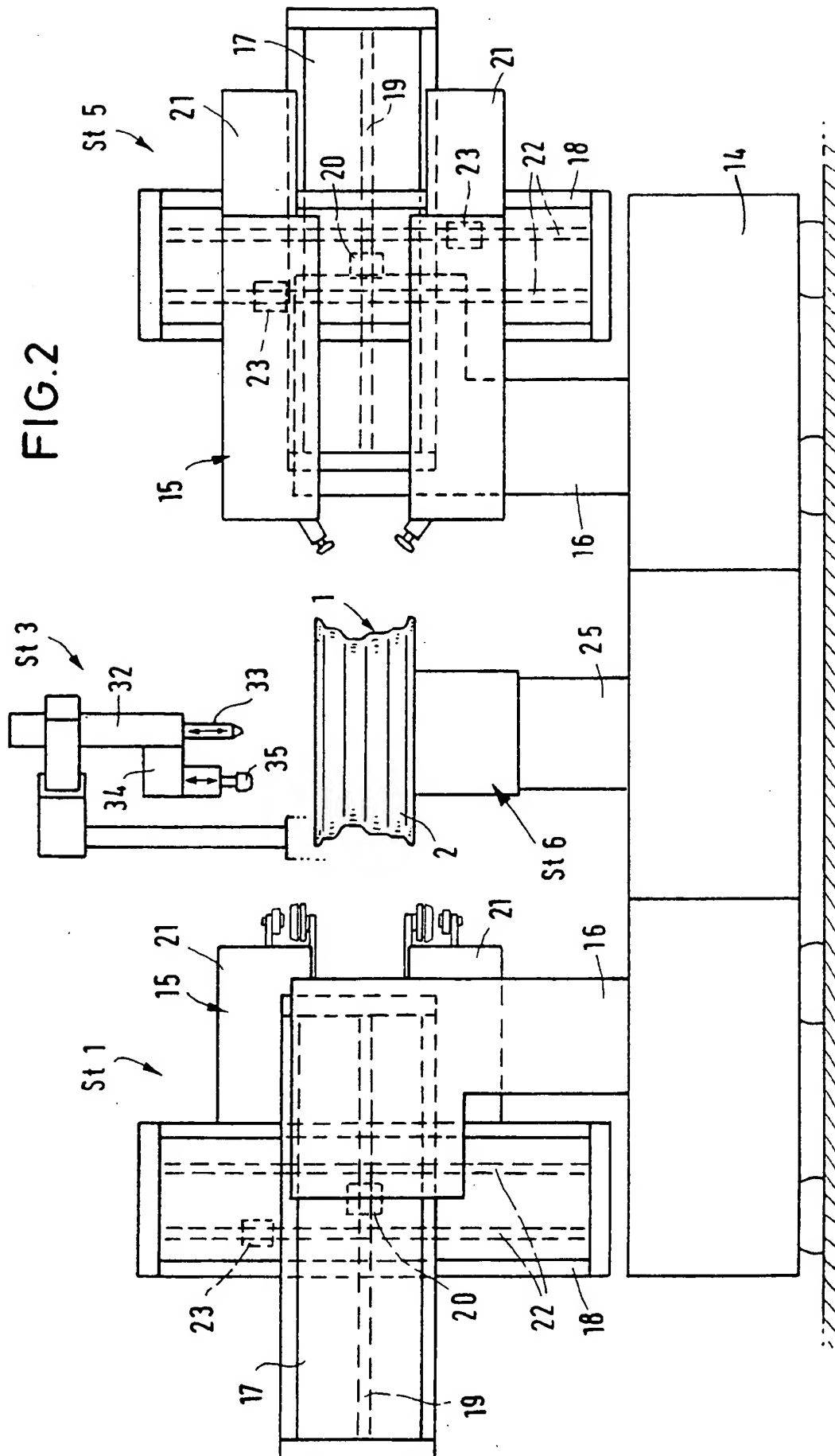
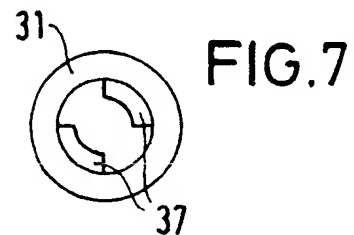
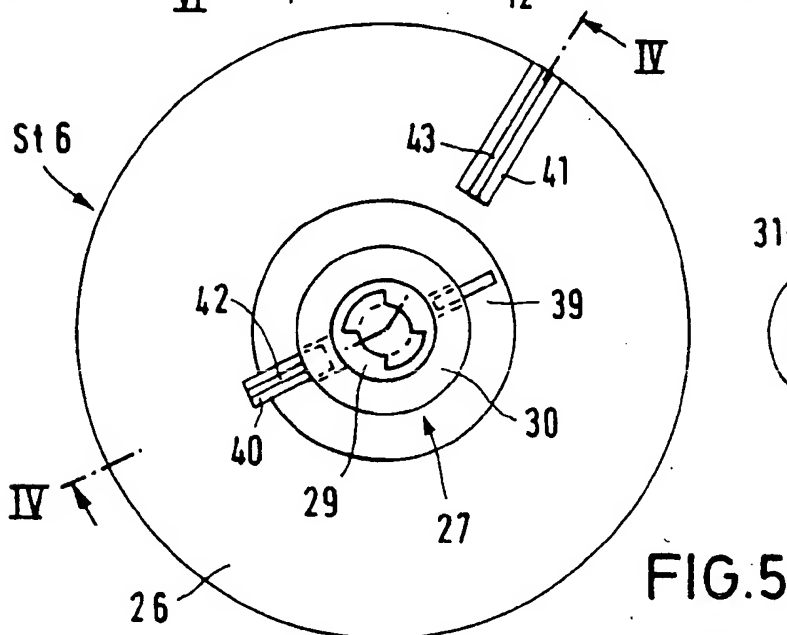
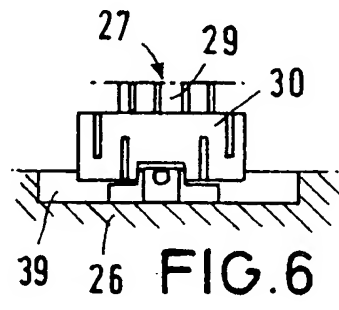
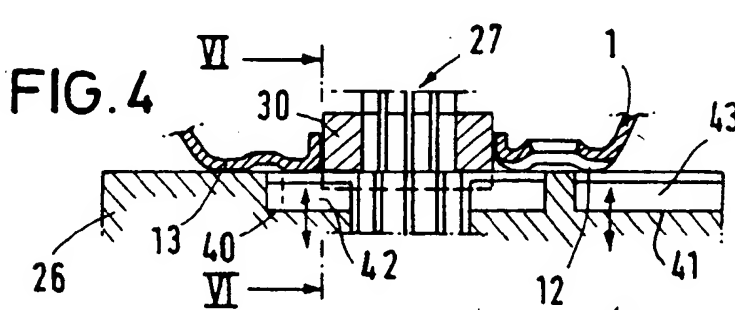
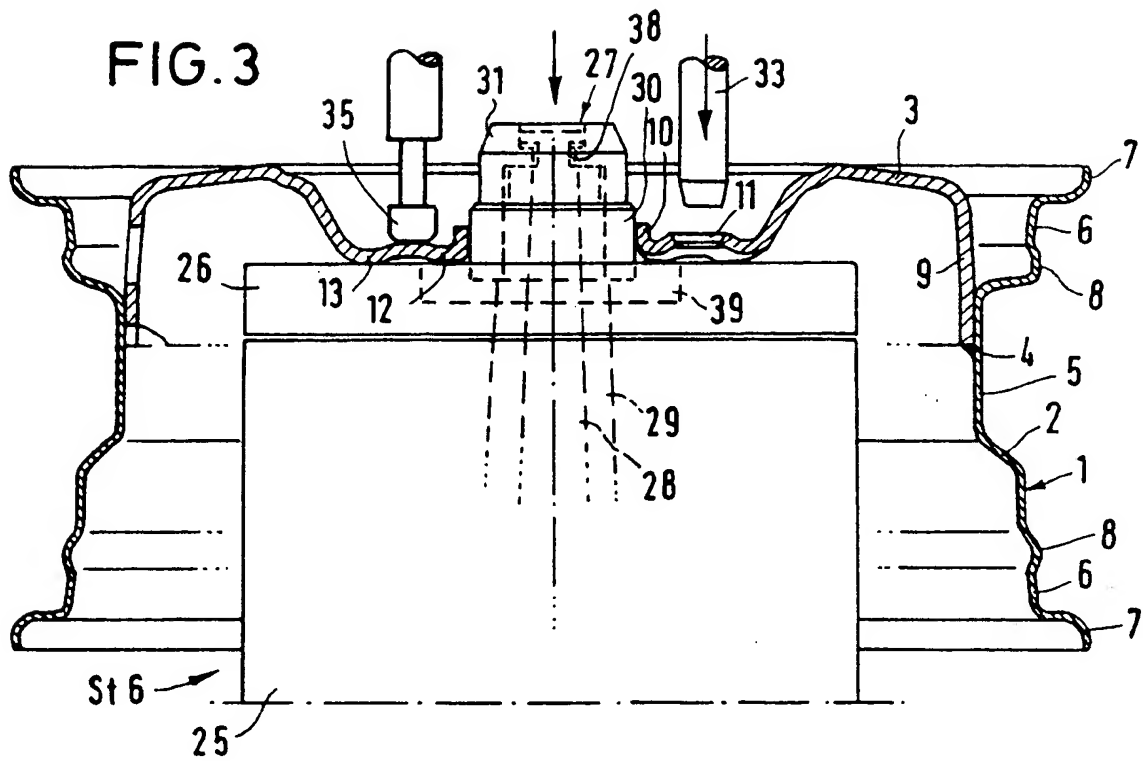
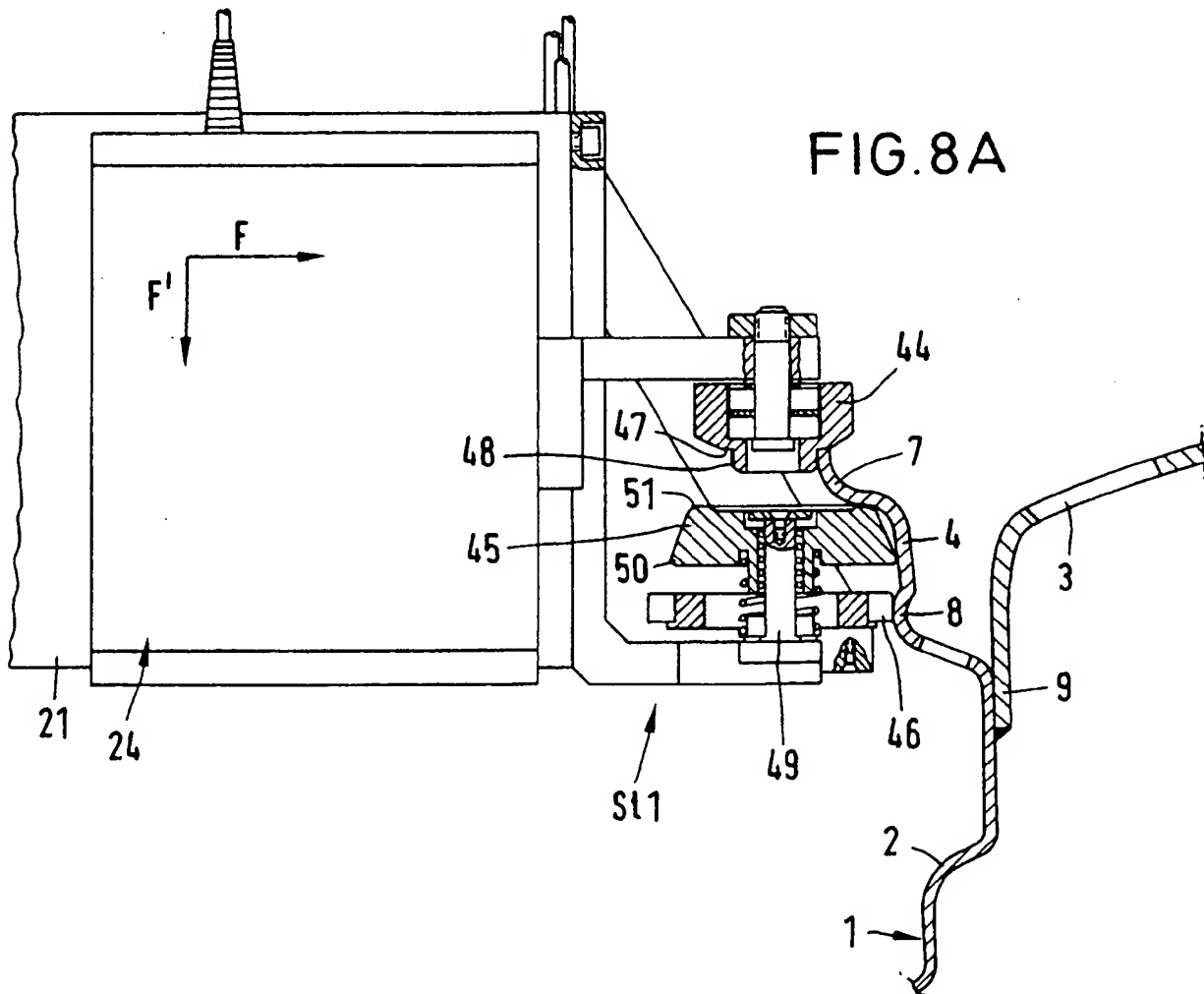
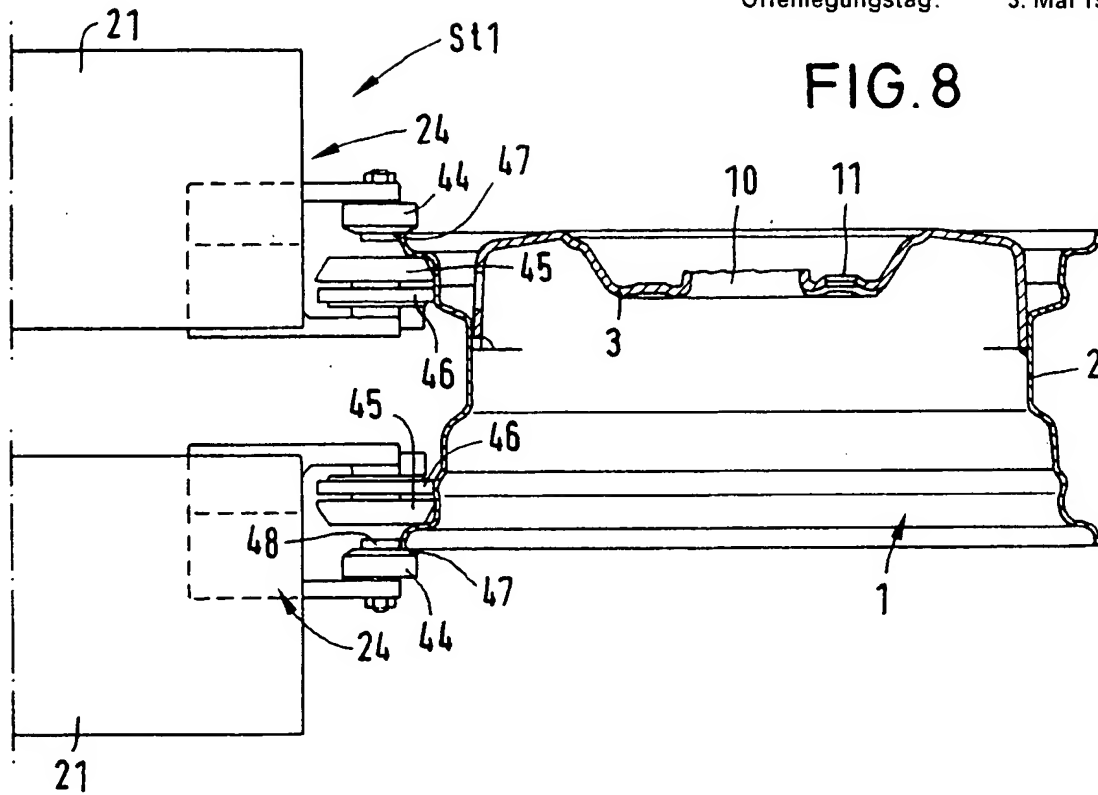


FIG. 2







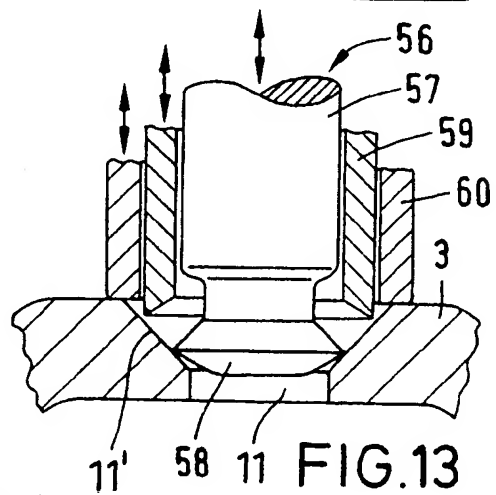
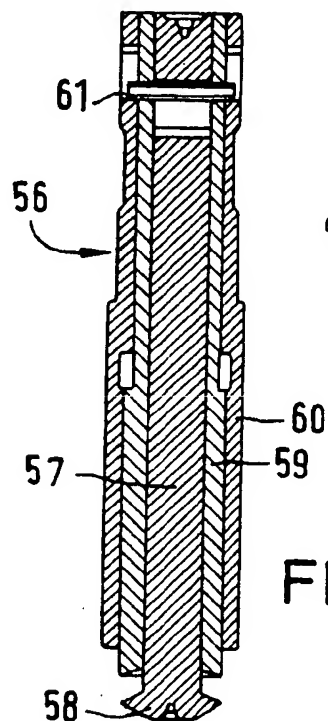
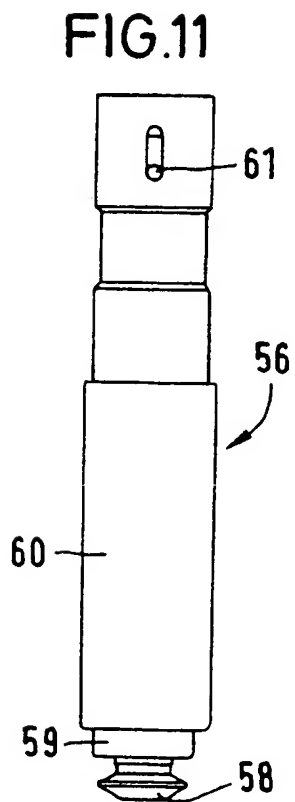
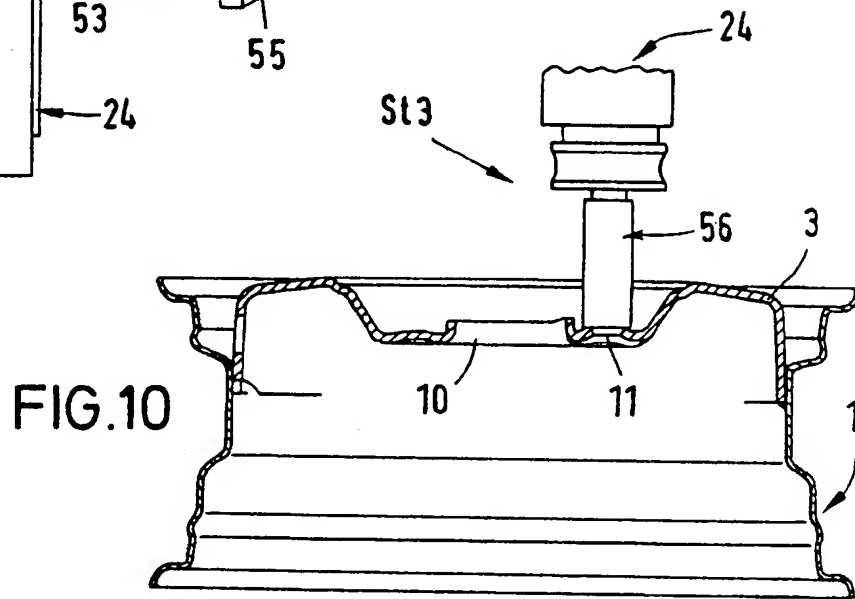
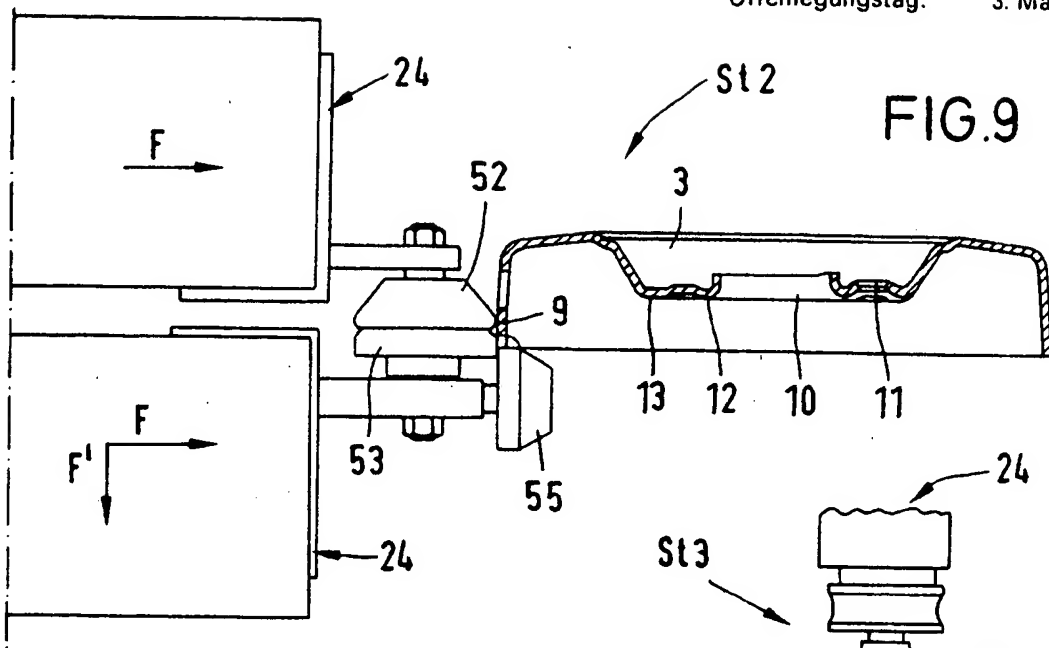


FIG.14

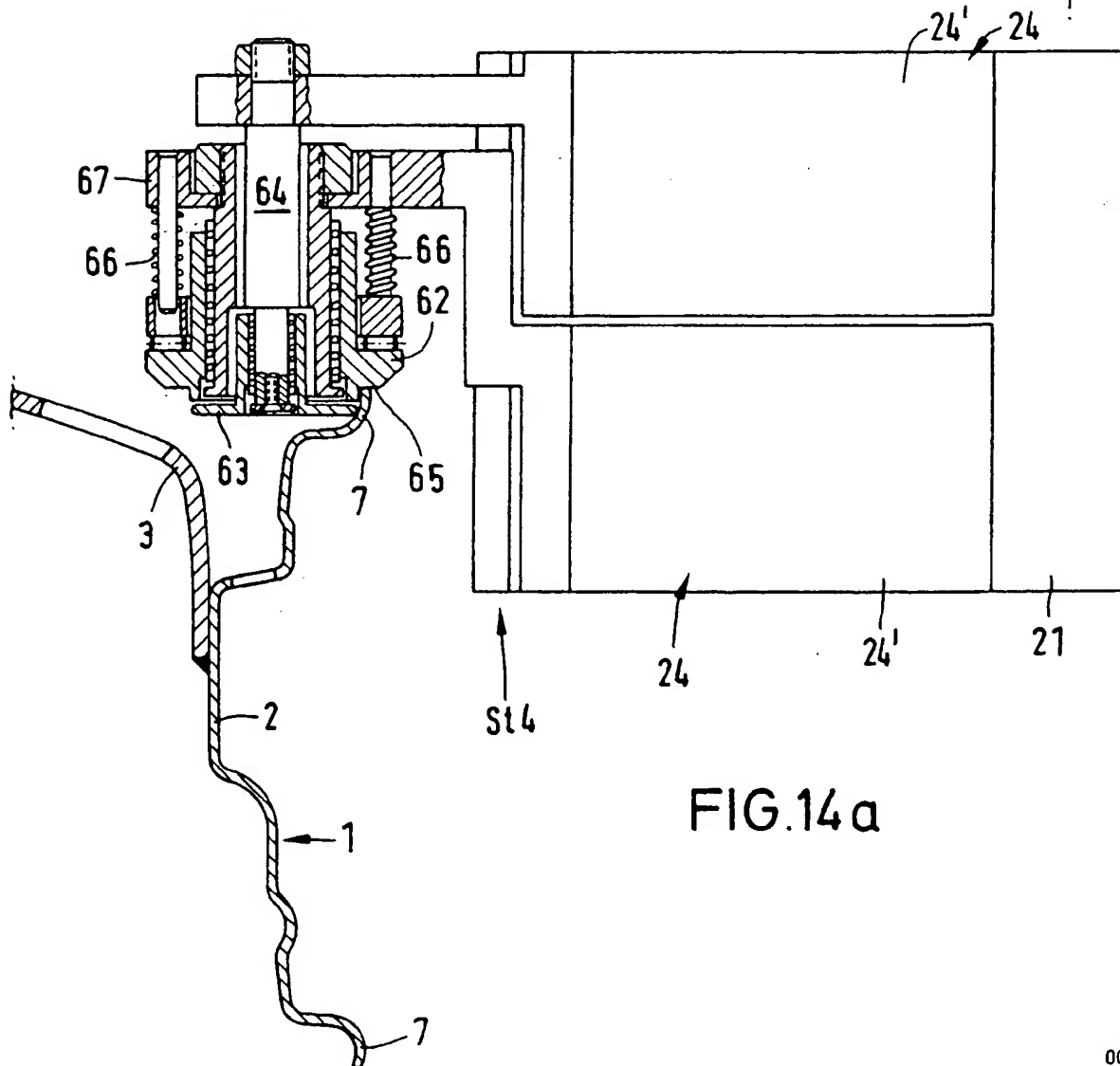
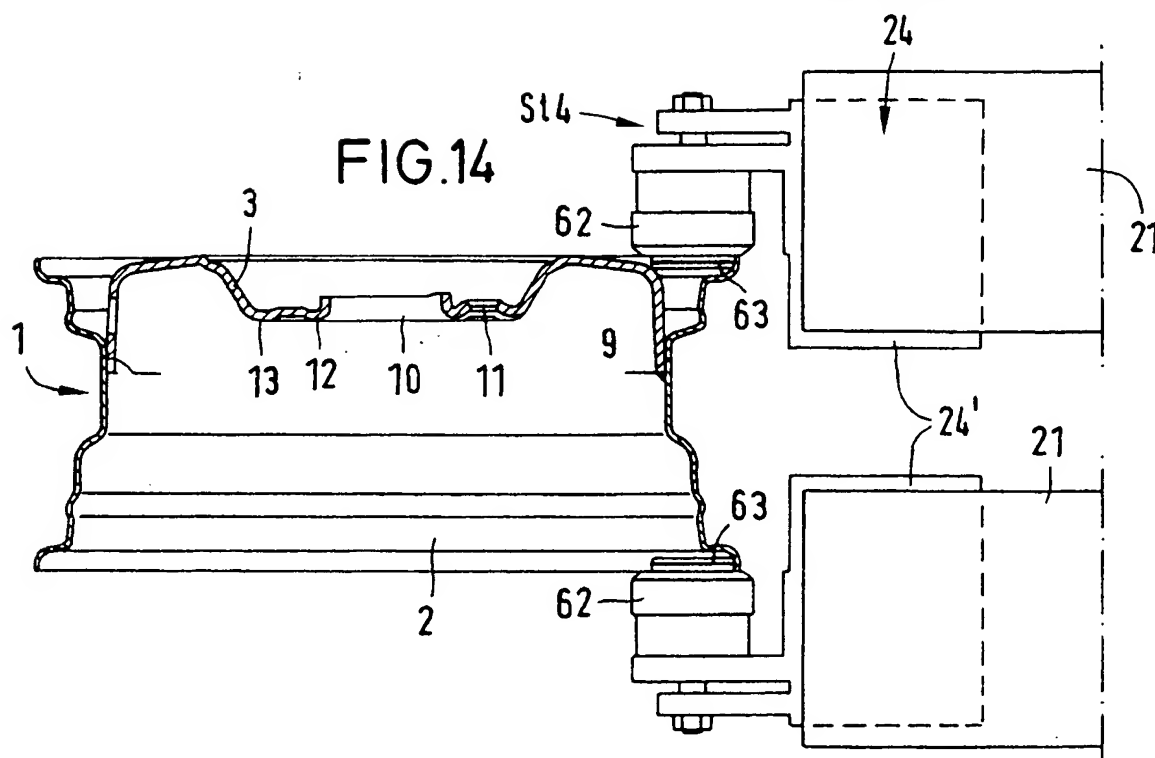
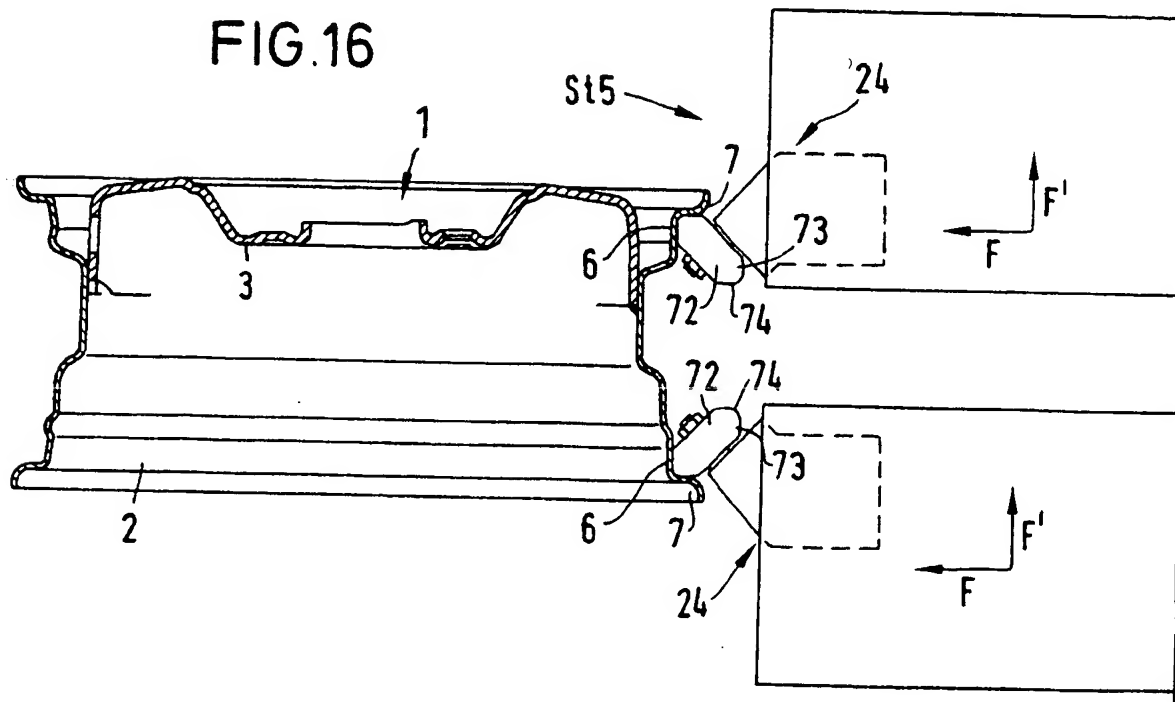
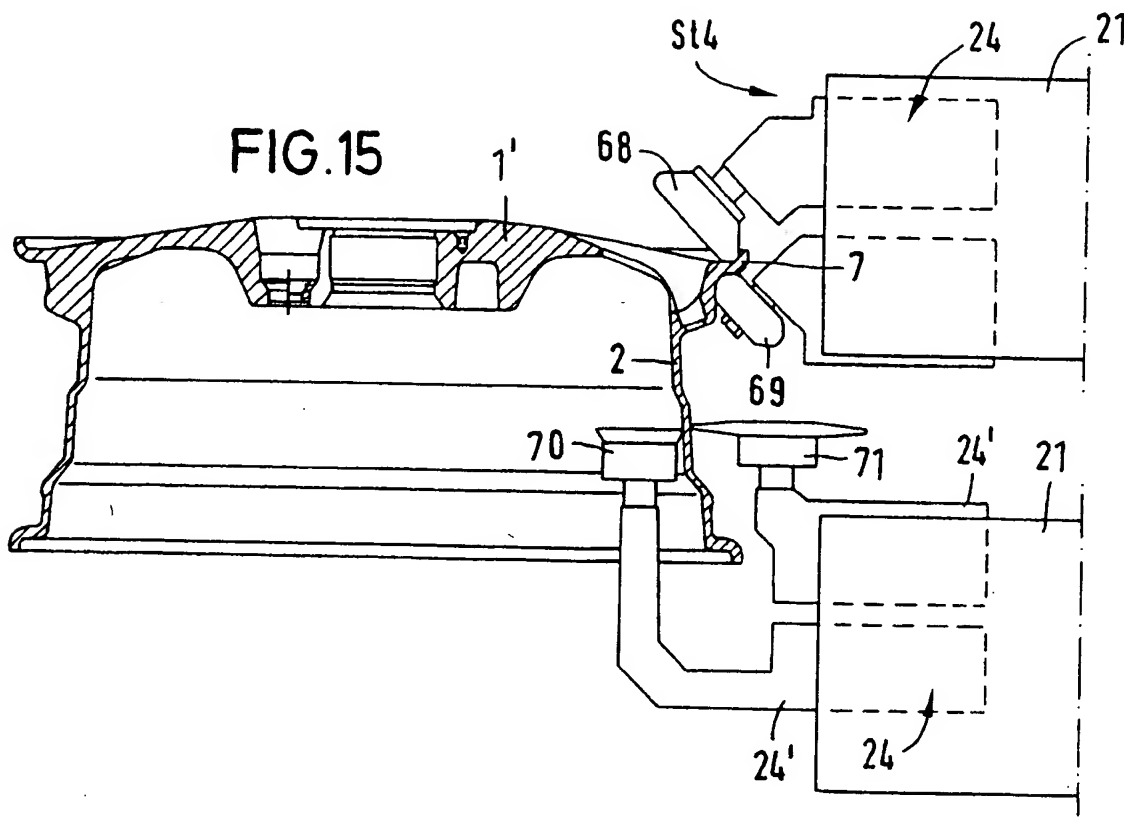


FIG.14a



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)